

538,299

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

Rec'd PCT/PTO 10 JUN 2005

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月1日 (01.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/055399 A1

(51) 国際特許分類7: F16C 19/06, 33/58, 33/32

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015544

(22) 国際出願日: 2003年12月4日 (04.12.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2002-364162
2002年12月16日 (16.12.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区 大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 福永 正史 (FUKUNAGA, Masafumi) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢市 鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

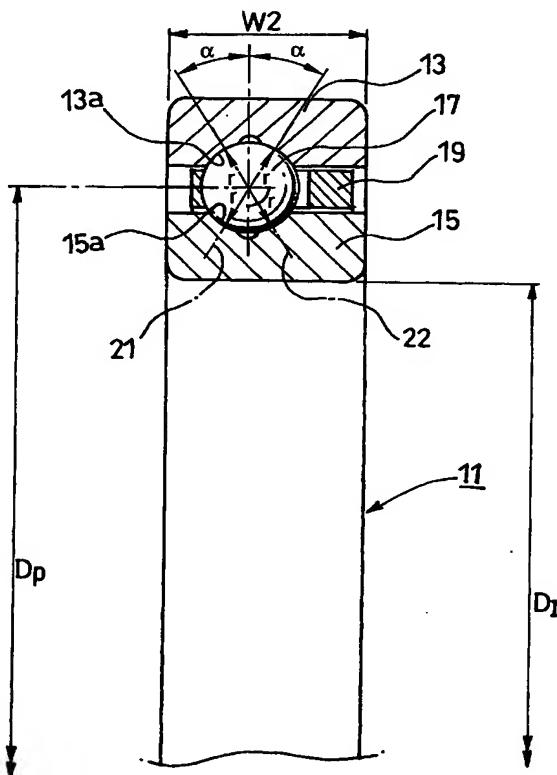
(74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒107-6013 東京都港区赤坂一丁目12番32号 アーク森ビル 13階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FOUR-POINT CONTACT BEARING

(54) 発明の名称: 4点接触玉軸受



(57) Abstract: A four-point contact bearing where heat generation and wear can be constrained by controlling increase in frictional torque in operation under a preload, noise and vibration in high speed rotation are reduced, and bearing life is extended. In a four-point contact bearing (11), d is the diameter of each of balls (17), D_p the pitch circle diameter of the balls (17) arranged between both raceway surfaces (13a, 15a), L_1 the distance, on the pitch circle diameter D_p , between adjacent ones of the balls (17), r a curvature radius of grooves as raceway surfaces (13a, 15a) circumscribing the balls (17) on an outer and an inner raceway (13, 15), and α a contact angle between each of the raceway surfaces (13a, 15a) and each ball (17). The values of d , D_p , L_1 , r , and α are defined by predetermined relationships, so that increase in frictional torque is controlled for constrained heat generation and wear even under a preload where an axial clearance (S_A) is negative.

(57) 要約: 本発明の課題は、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転に加えて、軸受寿命の向上を実現する。本発明においては、4点接触玉軸受(11)において、玉(17)の直径を d 、両軌道面(13a, 15a)間に配置された複数個の玉(17)のピッチ円直径を D_p 、ピッチ円直径 D_p 上での隣接する玉(17)間距離を L_1 、外内輪(13, 15)において玉(17)に外接する軌道面(13a, 15a)としての溝の曲率半径を r 、各軌道面(13a, 15a)と玉(17)との接触角を α 、とするととき、これら d 、 D_p 、 L_1 、 r 、 α が所定の関係に規制されることで、アキシャル隙間 S_A が負となる予圧付与下でも、摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができる。

10/538299

Rec'd USPTO 10 JUN 2005

2004/055399 A1

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

4点接触玉軸受

<技術分野>

本発明は4点接触玉軸受に関し、特に、予圧付与下の運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転に加えて、軸受寿命の向上を実現することができる超薄肉形の4点接触玉軸受の改良に関する。

<背景技術>

図13は、医療機器の一種であるCTスキャナ装置の一例を示したものである。

このCTスキャナ装置1は、X線管球2の発生するX線を、図示せぬウェッジフィルター及びスリットで所定の強度に規制した上で被写体3に照射し、被写体3を透過したX線を検出器5で受けて、この検出器5の出力を受けるコンピュータ（図示略）でX線透過画像を形成する。

X線管球2や検出器5を装備した円筒状枠6は、転がり軸受7を介して、本体枠8に回転可能にされており、円筒状枠6を回転駆動することによって、被写体3の検査断面をあらゆる角度からチェックした断層画像を得ることができる。

前記転がり軸受7は、一般に内径が700mm以上の大径に形成されるので、直徑に対して断面が著しく小さい、所謂超薄肉形転がり軸受となる。

CTスキャナ装置1に使用される前記転がり軸受7に作用する荷重は、ラジアル荷重、アキシャル荷重及びモーメント荷重の合成荷重となるが、これらの合成荷重は比較的に軽荷重となる。

そのため、耐荷重が大きなころ軸受は必要ない。そこで、前記転がり軸受7には、従来より、図14に示すような背面組合わせのアンギュラ玉軸受8a, 8bや、内外輪間の玉がそれぞれの軌道面に対して2点接触する4点接触玉軸受を使用したCTスキャナ装置1が普及している。

この様な背面組合せのアンギュラ玉軸受 8 a, 8 b と 4 点接触玉軸受は、何れも両方向のアキシャル荷重を受けることができる点で、共通している。しかし、背面組合せのアンギュラ玉軸受 8 a, 8 b は、2 つの軸受を組み合わせるため、単一の軸受で済む 4 点接触玉軸受と比較すると、幅寸法 w_1 が大きくなり、コンパクト化や軽量化、更には低コスト化の点で不利になる。

そこで、最近では、転がり軸受 7 として 4 点接触玉軸受を使用した CT スキャナ装置が増えている。

ところで、最近の CT スキャナ装置では、医療時間を短縮して患者の負担軽減を図ることから、高速化のニーズが高くなっている。転がり軸受 7 として使用する 4 点接触玉軸受にも、高速回転性能が要求されるようになってきた。

しかし、4 点接触玉軸受は、これまでアキシャル方向の内部隙間を正の値に設定することが一般的で、高速回転 ($d_m N \geq 10000$ 、ここで d_m は玉 PCD、N は回転数) での使用環境では、僅かな軸受内部隙間が騒音や不快な振動の発生要因となって、患者に精神的な負担を与えたり、或いは、振動が測定精度の誤差を招く虞があった。

そこで、4 点接触玉軸受において、アキシャル方向の内部隙間を負の値（即ち、予圧付与した状態）に設定することで、内部隙間に起因した騒音や不快振動の発生を抑制して、低騒音且つ低振動の高速運転の実現を図る技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、玉と保持器との間の衝突音や衝撃を緩和することで、軸受の高速運転時の低騒音・低振動を実現する技術として、分割型保持器が提案されている。（例えば、特許文献 2 参照）。

[特許文献 1]

特開 2002-81442 号公報

[特許文献 2]

特開 2000-065067 号公報

ところが、上記特許文献 1 に記載の 4 点接触玉軸受のように、単にアキシャル方向の内部隙間を負にするというだけでは、実用上、重大な問題が発生する可能

性が高い。

それは、4点接触玉軸受では、玉が外輪軌道面及び内輪軌道面のそれぞれに対して2点接触となっており、予圧付与状態で高速回転した時に、玉と軌道面との間の点接触部で過大な滑りが発生し、摩擦トルクの増大を招き、それに伴う発熱や摩耗によって、軸受寿命を大きく損なう可能性がある。

この問題は、上記特許文献2の分割型保持器を使用しても改善することはできない。

従って、4点接触玉軸受においては、予圧を付与した状態で高速回転させた時に、玉と軌道面との間の点接触部での滑りを必要最小限に抑えて、摩擦トルクの増大を防止し、摩擦トルクに比例する発熱や摩耗を低減させて、軸受寿命を増大させることが、今後の重要な課題とされていた。

そこで、本発明の目的は上記課題を解消することに係り、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転に加えて、軸受寿命の向上を実現することができる4点接触玉軸受を提供することである。

<発明の開示>

1) 本発明の目的は、内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉の直径を d 、前記両軌道面間に配置された複数個の玉のピッチ円直径を D_p 、前記ピッチ円上で隣接する玉と玉との中心距離（玉間距離）を L_1 、前記外方部材及び内方部材において前記玉に外接する軌道面としての溝の曲率半径を r 、前記外方部材及び内方部材の各軌道面と前記玉との接触角を α 、とするとき、これら d 、 D_p 、 L_1 、 r 、 α をそれぞれ以下の各式を満足するように設定し、

$$0.011 \leq d / D_p \leq 0.017,$$

1. $5 \leq L_1/d \leq 2.1$,
0. $5.4 \leq r/d \leq 0.59$,
- $15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$,

且つ、前記玉を介して接触する外方部材と内方部材との間のアキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ を満足するように設定したことを特徴とする 4 点接触玉軸受により達成される。

尚、4 点接触玉軸受において、玉と各軌道面間との間に発生する接触面圧 P と 滑り速度 V との積である PV 値は、各軌道面や玉の摩耗度合いや、回転時に発生する騒音の大きさに大きく関与し、 PV 値を下げることで、低騒音・低摩耗を実現することができる。

軸受の高速回転時に玉に作用する慣性力を小さく抑えて、摩擦トルクやそれに伴う発熱や摩耗を下げるためには、玉の直径 d はできる限り小さくすることが望ましいが、小さ過ぎると接触面圧 P の上昇によって上記 PV 値の増大を招き、寿命低下の要因となる。

そこで、上記構成の4点接触玉軸受によれば、

(1) $0.011 \leq d/D_p \leq 0.017$ の範囲に玉の直径 d を設定することで、玉の直径が過小になることを回避して、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、 PV 値の低減を図ることが可能になる。

(2) 玉相互間の保持器柱部強度を確保するためには、保持器柱部に一定以上の断面積を確保することが必要であり、その為には隣接する玉間距離 L_1 を大きくすることが望ましいが、玉間距離 L_1 が過大になると、個々の玉が分担する荷重が増えて、上記 PV 値の増大を招く。

そこで、上記のように、 $1.5 \leq L_1/d \leq 2.1$ の範囲に玉間距離 L_1 を設定することで、玉間距離 L_1 が過大になることを防止でき、保持器柱部強度を確保する一方で、 PV 値の低減を図ることが可能になる。

(3) 玉に外接する軌道面としての溝の曲率半径 r は、通常の玉軸受では、例えば $0.5 < r/d < 0.54$ の設定となるが、このような標準値よりも大きく設定することで、加工上のはらつきや温度変化等による隙間の変動が軸受機能に及

ぼす影響を小さくすることができる。また、玉が接触する溝の曲率半径 r を上記の標準よりも大きく設定することで、玉と軌道面の接触楕円を小さくして、差動すべりを抑え、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V値の低減を図ることが可能になる。しかし、曲率半径 r が過大に設定されると、予圧付与時に玉と軌道面との接触位置にずれが生じ易くなり、安定動作が困難になる。

そこで、上記のように、 $0.54 \leq r/d \leq 0.59$ の範囲に、溝の曲率半径 r を設定することで、溝の曲率半径 r が過大になることを防止でき、加工性を確保しつつ、玉と軌道面の接触楕円を小さく抑えて、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V値の低減を図ることが可能になる。

(4) 各軌道面と前記玉との接触角 α は、過小又は過大であると、玉と軌道面間におけるスピニ滑りやジャイロ滑りが増大し、摩擦トルクやP V値の増大を招く。

そこで、上記のように、 $15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ の範囲に規制することで、玉と軌道面間におけるスピニ滑りとジャイロ滑りの双方を低減させ、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V値の低減を図ることが可能になる。

(5) アキシャル隙間 S_A も過度の負にすると、組立性が極端に悪化したり、回転時の摩擦トルクの増大を招き、軸受寿命の低下の重大要因となるが、上述の(1)～(4)の作用・効果の相乗環境下で、上記のようにアキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ の範囲に設定すると、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現する適度の予圧状態となって、発熱や摩耗による軸受寿命の低減も防止できる。

従って、上記構成の4点接触玉軸受では、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現できると同時に、発熱や摩耗の低減によって軸受寿命の向上を実現することができる。

2) 本発明の上記目的は、内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4

点接触玉軸受において、

前記玉が高炭素クロム鋼で形成され、且つ、その表面にはビッカース硬さH_Vが740～940の範囲となる浸炭窒化層が形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受により達成される。

3) 本発明の上記目的は、内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉がマルテンサイト系ステンレス鋼で形成され、且つ、その表面にはビッカース硬さH_Vが1200～1500の範囲となる窒化層が形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受により達成される。

4) 本発明の上記目的は、内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉は、表面のビッカース硬さH_Vが1300～2700の範囲となるエンジニアセラミックスで形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受により達成される。

以上の2)乃至4)に記載の4点接触玉軸受は、いずれも、玉の表面のビッカース硬さH_Vを標準よりも高く規制したものである。

このようにすると、玉の縦弾性係数が高くなり、玉と軌道面との間の接触面圧による玉の変形を抑えて、玉と軌道面との間の接触橜円を小さくすることができ、これによって、玉と各軌道面との間に発生する差動滑りを最小限に抑えることができる。

また、玉の表面の硬度を標準より高くしたこと自体で、滑り動作に対する耐摩耗性が向上する。この耐摩耗性の向上と、上記差動滑りの最小限化によって、予

圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現できると同時に、発熱や摩耗の低減によって軸受寿命の向上を実現することができる。

＜図面の簡単な説明＞

図1は本発明の第1実施形態に係る4点接触玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

図2は図1に示した4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との高速回転時の音響レベル試験の比較測定図である。

図3は図1に示した4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との高速回転時の振動値試験の比較測定図である。

図4は図1に示した4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との高速回転時の温度上昇試験の比較測定図である。

図5は図1に示した4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との高速回転時の摩擦トルク試験の比較測定図である。

図6は図1に示した4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との高速回転時の寿命試験の比較測定図である。

図7は本発明の第2実施形態に係る4点接触玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

図8は本発明の第3実施形態に係る4点接触玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

図9は図8に示したシールド板の正面図である。

図10は本発明の第4実施形態に係る4点接触玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

図11は本発明の第5実施形態に係る4点接触玉軸受の構成を示す部分縦断面図である。

図12は本発明の第6実施形態に係る4点接触玉軸受と、アキシャル隙間が異なる従来の2種類の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受との性能

評価レーダー図である。

図13は転がり軸受を使用したCTスキャナ装置の要部断面図である。

図14はCTスキャナ装置に使用される背面組合せのアンギュラ玉軸受の縦断面図である。

なお、図中の符号、11は4点接触玉軸受、13は外輪（外方部材）、15は内輪（内方部材）、17は玉、19は保持器である。

＜発明を実施するための最良の形態＞

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

以下、添付図面に基づいて本発明の一実施形態に係る4点接触玉軸受を詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る4点接触玉軸受の縦断面図を示したものである。

本第1実施形態の4点接触玉軸受11は、図1に示したように、内周に軌道面13aを有する外方部材としての外輪13と、外周に軌道面15aを有する内方部材としての内輪15と、外内輪13, 15の軌道面13a, 15a間に単列に転動自在に配設された複数個の玉17と、これら複数個の玉17を円周方向で等配する保持器19とを備えた構成であり、玉17が外内輪13, 15の両軌道面13a, 15aに対してそれぞれ二点接触している。

尚、図1において、傾斜した一点鎖線21, 22と各軌道面13a, 15aとの交点が、玉17と各軌道面13a, 15aとの接触点である。

又、前記玉17の材質は、高炭素クロム鋼であり、この点は従来のものと同様である。

更に、玉17や各軌道面13a, 15aは、摩耗等を抑えるために、表面の硬化処理を施しておくことが望ましい。その際の硬化処理法としては、高温油中の焼き入れ及び焼き戻し法、回転移動コイル式高周波焼き入れ法、全周コイル式全体同時高周波焼き入れ法（例えば、特開2002-174251号公報参照）等のいずれを用いても良い。

前記4点接触玉軸受11は、図13に示したようなCTスキャナ装置1の円筒

状枠6を回転自在に支持する転がり軸受として利用されるものであり、内径D_Iが700mm以上の大径に形成されるので、直径に対して断面が著しく小さい、所謂超薄肉形転がり軸受となる。

そして、上記4点接触玉軸受11において、前記玉17の直径をd、前記両軌道面13a, 15a間に配置された複数個の玉17のピッチ円直径をD_p、前記ピッチ円上で隣接する玉17と玉17との中心距離（玉間距離）をL_I、前記外内輪13, 15において前記玉17に外接する軌道面13a, 15aとしての溝の曲率半径をr、前記外内輪13, 15の各軌道面13a, 15aと前記玉17との接触角（即ち、前記した一点鎖線21, 22の傾斜角）をαとするとき、本実施形態ではこれらd, D_p, L_I, r, αをそれぞれ以下の各式①～④を満足するように設定している。

$$0.011 \leq d / D_p \leq 0.017 \quad \dots \textcircled{1}$$

$$1.5 \leq L_I / d \leq 2.1 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$0.54 \leq r / d \leq 0.59 \quad \dots \textcircled{3}$$

$$15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ \quad \dots \textcircled{4}$$

更に、前記玉17を介して接触する外輪13と内輪15との間のアキシャル隙間S_Aを-0.050mm≤S_A≤0mmを満足するように設定している。

尚、上記4点接触玉軸受11において、玉17と各軌道面13a, 15a間との間に発生する接触面圧Pと滑り速度Vとの積であるPV値は、各軌道面13a, 15aや玉17の摩耗度合いや、回転時に発生する騒音の大きさに大きく関与し、このPV値を下げることで、低騒音・低摩耗を実現することができる。

一般に、軸受の高速回転時に玉17に作用する慣性力を小さく抑えて、摩擦トルクやそれに伴う発熱や摩耗を下げるためには、玉17の直径dはできる限り小さくすることが望ましい。しかし、小さ過ぎると接触面圧Pの上昇によって上記PV値の増大を招き、寿命低下の要因となる。

そこで、本実施形態の4点接触玉軸受11によれば、

(1) 上記①式で示す範囲に玉17の直径dを設定することで、玉17の直径が過小になることを回避して、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、PV値

の低減を図ることが可能になる。

(2) 玉17相互間の保持器柱部強度を確保するためには、保持器19の柱部に一定以上の断面積を確保することが必要で、その為には隣接する玉間距離 L_1 を大きくすることが望ましいが、玉間距離 L_1 が過大になると、個々の玉17が分担する荷重が増えて、上記PV値の増大を招く。

そこで、本実施形態では、上記②式に示す範囲に、玉間距離 L_1 を設定することで、玉間距離 L_1 が過大になることを防止でき、保持器柱部強度を確保する一方で、PV値の低減を図ることが可能になる。

(3) 玉17に外接する軌道面13a, 15aとしての溝の曲率半径 r は、通常の玉軸受では、例えば、 $0.5 < r/d < 0.54$ の設定となるが、このような標準値よりも大きく設定することで、加工上のばらつきや温度変化等による隙間の変動が軸受機能に及ぼす影響を小さくすることができる。また、玉17が接触する溝の曲率半径 r を上記の標準よりも大きく設定することで、玉17と軌道面13a, 15aの接触楕円を小さくして、差動すべりを抑え、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、PV値の低減を図ることが可能になる。しかし、曲率半径 r が過大に設定されると、予圧付与時に玉と軌道面との接触位置にずれが生じ易くなり、安定動作が困難になる。

そこで、本実施形態では、上記③式に示す範囲に、溝の曲率半径 r を設定することで、溝の曲率半径 r が過大になることを防止でき、加工性を確保しつつ、玉17と軌道面13a, 15aの接触楕円を小さく抑えて、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、PV値の低減を図ることが可能になる。

(4) 各軌道面13a, 15aと前記玉17との接触角 α は、過小又は過大であると、玉17と軌道面13a, 15a間におけるスピンドル滑りやジャイロ滑りが増大し、摩擦トルクやPV値の増大を招く。

そこで、本実施形態では、上記④式に示す範囲に規制することで、玉17と軌道面13a, 15a間におけるスピンドル滑りとジャイロ滑りの双方を低減させ、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、PV値の低減を図ることが可能になる。

(5) アキシャル隙間 S_A も過度の負にすると、組立性が極端に悪化したり、回

転時の摩擦トルクの増大を招き、軸受寿命の低下の重大要因となるが、上述の(1)～(4)の作用・効果の相乗環境下で、上記のようにアキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ の範囲に設定すると、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現する適度の予圧状態となって、発熱や摩耗による軸受寿命の低減も防止できる。

即ち、本実施形態の4点接触玉軸受11では、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現できると同時に、発熱や摩耗の低減によって軸受寿命の向上を実現することができる。

従って、前記4点接触玉軸受11をCTスキャナ装置に使用した場合に、回転支持部の高速化のニーズに応えると同時に、高速回転時における騒音や振動を抑えて、患者への精神的な負担を軽減することができ、また、振動による測定精度の低下を防止することができる。

次に、上述した本実施形態の作用・効果を確認するため、本実施形態の4点接触玉軸受11と、従来の4点接触玉軸受及び背面組合せのアンギュラ玉軸受について、高速回転時に発生する騒音（音響レベル）試験、振動値試験、温度上昇試験、摩擦トルク試験及び軸受の寿命試験等の各特性評価テストを下記試験条件で行った。なお、従来の4点接触玉軸受は、アキシャル隙間をプラスに設定したものである。

その測定結果を図2乃至図6に示す。

(試験条件)

ラジアル荷重 = 10000 (N)

アキシャル荷重 = 6000 (N)

モーメント荷重 = 2000 (N・m)

回転速度 × 玉ピッチ円径 = 160000 ($\text{min}^{-1} \cdot \text{mm}$)

図2乃至図5に示したように、本実施形態の4点接触玉軸受11は、騒音試験、振動値試験、温度上昇試験、摩擦トルク試験等の何れの特性においても、従来の4点接触玉軸受よりも優れた性能を示し、背面組合せのアンギュラ玉軸受と同

等以上の特性を持つことが判る。

また、図6に示すように、本実施形態の4点接触玉軸受11の寿命は、従来の予圧付与無しの4点接触玉軸受や、背面組み合わせのアンギュラ玉軸受と同等になり、予圧の付与が寿命低下に影響していないことが判る。

図7は、本発明の第2実施形態に係る4点接触玉軸受を示したものである。

本第2実施形態の4点接触玉軸受25は、図7に示したように、上記第1実施形態の4点接触玉軸受11に、CTスキャナ装置への組み込みの際に使用する軸箱27を事前組み付けしたものである。

前記軸箱27は、外輪13を保持する外輪側軸箱31と、内輪15を保持する内輪側軸箱32とから構成されている。外輪側軸箱31及び内輪側軸箱32は、何れも軸方向に分離可能な本体31a, 32aと、蓋体31b, 32bと、これらを締結するネジ部材33, 34とから構成されている。

前記外輪側軸箱31を構成している本体31aと蓋体31bの内周端部には、半径方向内方に向かって張り出すシールド部31c, 31cが一体装備されている。

これらシールド部31c, 31cは、4点接触玉軸受11の両端の開口部を覆って、4点接触玉軸受11内に充填されたグリースの漏れ防止や、外部から4点接触玉軸受11内への異物の進入防止を行う。

また、外輪側軸箱31及び内輪側軸箱32には、CTスキャナ装置に取り付ける際の取付穴が装備されている。

このように、軸箱27を事前に4点接触玉軸受11に組み付けたユニット構造の4点接触玉軸受25は、CTスキャナ装置へ組み込む際の組立性を向上させることができる。

図8は、本発明の第3実施形態に係る4点接触玉軸受を示したものである。

本第3実施形態の4点接触玉軸受36は、上記第1実施形態の4点接触玉軸受11における外輪13の代わりに外方部材38を使用し、また、内輪15の代わりに内方部材39を装備したものである。

前記外方部材38は、上記第2実施形態における外輪13と外輪側軸箱31と

を一体形成したような構成である。また、前記内方部材39は、上記第2実施形態における内輪15と内輪側軸箱32とを一体形成したような構成である。

従って、外方部材38や内方部材39には、CTスキャナ装置に締結するための取り付け用のねじ部41、42が形成されている。

また、外方部材38の内周両端部には、内部に充填されるグリースの漏れ防止や外部からの異物の進入を防止するためのリング状のシールド板44が装着されている。

このように、軸受の内外輪となる部位を軸箱と一体の構成とすることで、CTスキャナ装置に使用する4点接触玉軸受及び軸箱の部品構成を低減させることができ、CTスキャナ装置への組み付け性の向上や、部品削減によるコスト低減を図ることが可能になる。

また、前記シールド板44は、図9に示すように、ばね鋼をリング状にプレス成形した円周上の一箇所に、半径方向に対して所定の傾斜角を付けて、縮径変形させるための隙間s1を形成しておくことで、取付け作業時の縮径の容易性を確保すると同時に、隙間の開放による封止性能の低下を抑止することができる。

図10は、本発明の第4実施形態に係る4点接触玉軸受を示したものである。

本第4実施形態の4点接触玉軸受46は、図8に示した第3実施形態の4点接触玉軸受36における外方部材38を、軸方向に分割可能な二つのリング状部材51、52で構成したものであり、それ以外の構成は第3実施形態の4点接触玉軸受36と略同様である。

図11は、本発明の第5実施形態に係る4点接触玉軸受を示したものである。

本第5実施形態の4点接触玉軸受55は、図8に示した第3実施形態の4点接触玉軸受36における内方部材39を、軸方向に分割可能な二つのリング状部材56、57で構成したものであり、それ以外の構成は第3実施形態の4点接触玉軸受36と略同様である。

上述した第1乃至第3実施形態では、内輪や外輪は分割できない。従って、玉17の組み込みは深溝玉軸受と同様に、外輪を弾性変形させることで行うため、外輪材料の弾性限界で組み込む玉17の数量が制限される。

一方、図10及び図11に示した上記第4及び第5実施形態の4点接触玉軸受46, 55では、内輪又は外輪の少なくとも一方が2分割されているため、内外輪間に組み込む玉17の数量は、強度確保の点で必要となる保持器19の柱部の寸法によって制限されるのみであり、外輪として機能する外方部材や内輪として機能する内方部材の弾性限界には関係しない。

従って、第1乃至第3実施形態の4点接触玉軸受と比較すると、上記第4及び第5実施形態の4点接触玉軸受46, 55は、より多数の玉17を組み込むことが可能になり、一つ当たりの玉17に作用する荷重の軽減、或いは許容荷重の増大を図って、耐久性や寿命の改善を図ることができる。

尚、上述の第1乃至第5実施形態の4点接触玉軸受では、上記①～④式で示した範囲に各寸法を設定し、且つ、アキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ の範囲を満足するように設定することで、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現すると共に、予圧付与下での高速運転時における発熱や摩耗の抑制を実現した。

これに対し、次に示す第6乃至第8実施形態の4点接触玉軸受によっても、同様の作用・効果を上げることができる。

第6実施形態となる4点接触玉軸受は、玉が高炭素クロム鋼で形成され、且つ、その表面にはビッカース硬さ H_V が740～940の範囲となる浸炭窒化層が形成された構成とするものである。

また、第7実施形態となる4点接触玉軸受は、玉がマルテンサイト系ステンレス鋼で形成され、且つ、その表面にはビッカース硬さ H_V が1200～1500の範囲となる窒化層が形成された構成とするものである。

更に、第8実施形態となる4点接触玉軸受は、表面のビッカース硬さ H_V が1300～2700の範囲となるエンジニアセラミックスで玉を形成した構成とするものである。

これら第6乃至第8実施形態の4点接触玉軸受は、いずれも、玉の表面のビッカース硬さ H_V を標準よりも高く規制したものである。

このようにすると、玉の縦弾性係数が高くなり、玉と軌道面との間の接触面圧

による玉の変形を抑えて、玉と軌道面との間の接触楕円を小さくすることができ、これによって、玉と各軌道面との間に発生する差動滑りを最小限に抑えることができる。

また、玉の表面の硬度を標準より高くしたこと自体で、滑り動作に対する耐摩耗性が向上する。この玉の耐摩耗性の向上と、上記差動滑りの最小限化によって、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現できると同時に、発熱や摩耗の低減によって軸受寿命の向上を実現することができる。

図12は、これら第6乃至第8実施形態に準じて玉の表面のビックカース硬さH_Vを高めて、その上で軸受内のアキシャル隙間S_Aを負に設定した本発明の4点接触玉軸受と、従来の4点接触玉軸受と、背面組合せのアンギュラ玉軸受について、軸受としての諸特性を比較したものである。

なお、従来の4点接触玉軸受としては、アキシャル隙間S_Aを負に設定したものと、アキシャル隙間S_Aを正に設定したものとの2種類について測定した。

その結果、本発明の4点接触玉軸受は、背面組合せのアンギュラ玉軸受と比較すると、省スペース性や低コストの点で優れ、また、従来の4点接触玉軸受と比較すると、低騒音性や寿命の点で優れた結果を示し、上述の作用・効果を確認することができた。

<産業上の利用可能性>

以上説明したように、本発明によれば、

(1) $0.011 \leq d/D_p \leq 0.017$ の範囲に玉の直径dを設定することで、玉の直径が過小になることを回避して、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V値の低減を図ることが可能になる。

(2) $1.5 \leq L_1/d \leq 2.1$ の範囲に玉間距離L₁を設定することで、玉間距離L₁が過大になることを防止でき、保持器柱部強度を確保する一方で、P V値の低減を図ることが可能になる。

(3) $0.54 \leq r/d \leq 0.59$ の範囲に溝の曲率半径rを設定することで、

溝の曲率半径 r が過大になることを防止でき、加工性を確保しつつ、玉と軌道面の接触楕円を小さく抑えて、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V 値の低減を図ることが可能になる。

(4) $15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ$ の範囲に各軌道面と前記玉との接触角 α を規制することで、玉と軌道面間におけるスピンドル滑りとジャイロ滑りの双方を低減させ、発熱や摩耗を招く摩擦トルクを抑えつつ、P V 値の低減を図ることが可能になる。

(5) 上述の(1)～(4)の作用・効果の相乗環境下で、アキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ の範囲に設定すると、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現する適度の予圧状態となって、発熱や摩耗による軸受寿命の低減も防止できる。

又、本発明の上述の2)乃至4)に記載の4点接触玉軸受によれば、玉の表面のビックカース硬さ H_V が標準よりも高く規制されるので、玉の継弾性係数が高くなり、玉と軌道面との間の接触面圧による玉の変形を抑えて、玉と軌道面との間の接触楕円を小さくすることができ、これによって、玉と各軌道面との間に発生する差動滑りを最小限に抑えることができる。

また、玉の表面の硬度を標準より高くしたこと自体で、滑り動作に対する耐摩耗性が向上する。この耐摩耗性の向上と、上記差動滑りの最小限化によって、予圧付与下での運転において摩擦トルクの増大を抑制して発熱や摩耗を抑えることができ、高速回転時の低騒音・低振動運転を実現できると同時に、発熱や摩耗の低減によって軸受寿命の向上を実現することができる。

請求の範囲

1. 内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉の直径を d 、前記両軌道面間に配置された複数個の玉のピッチ円直径を D_p 、前記ピッチ円上での隣接する玉と玉との中心距離を L_1 、前記外方部材及び内方部材において前記玉に外接する軌道面としての溝の曲率半径を r 、前記外方部材及び内方部材の各軌道面と前記玉との接触角を α 、とするとき、これら d 、 D_p 、 L_1 、 r 、 α をそれぞれ以下の各式を満足するように設定し、

$$0.011 \leq d/D_p \leq 0.017,$$

$$1.5 \leq L_1/d \leq 2.1,$$

$$0.54 \leq r/d \leq 0.59,$$

$$15^\circ \leq \alpha \leq 25^\circ,$$

且つ、前記玉を介して接触する外方部材と内方部材との間のアキシャル隙間 S_A を $-0.050\text{ mm} \leq S_A \leq 0\text{ mm}$ を満足するように設定したことを特徴とする4点接触玉軸受。

2. 内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉が高炭素クロム鋼で形成され、且つ、その表面にはビックアース硬さ H_V が $740 \sim 940$ の範囲となる浸炭窒化層が形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受。

3. 内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉がマルテンサイト系ステンレス鋼で形成され、且つ、その表面にはビックカース硬さH_Vが1200～1500の範囲となる窒化層が形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受。

4. 内周に軌道面を有する外方部材と、外周に軌道面を有する内方部材と、これら外方部材及び内方部材の軌道面間に単列に転動自在に配設された複数個の玉と、これら複数個の玉を円周方向で等配する保持器とを備え、前記玉が外方部材及び内方部材の両軌道面に対してそれぞれ二点接触する4点接触玉軸受において、

前記玉は、表面のビックカース硬さH_Vが1300～2700の範囲となるエンジニアセラミックスで形成されたことを特徴とする4点接触玉軸受。

1

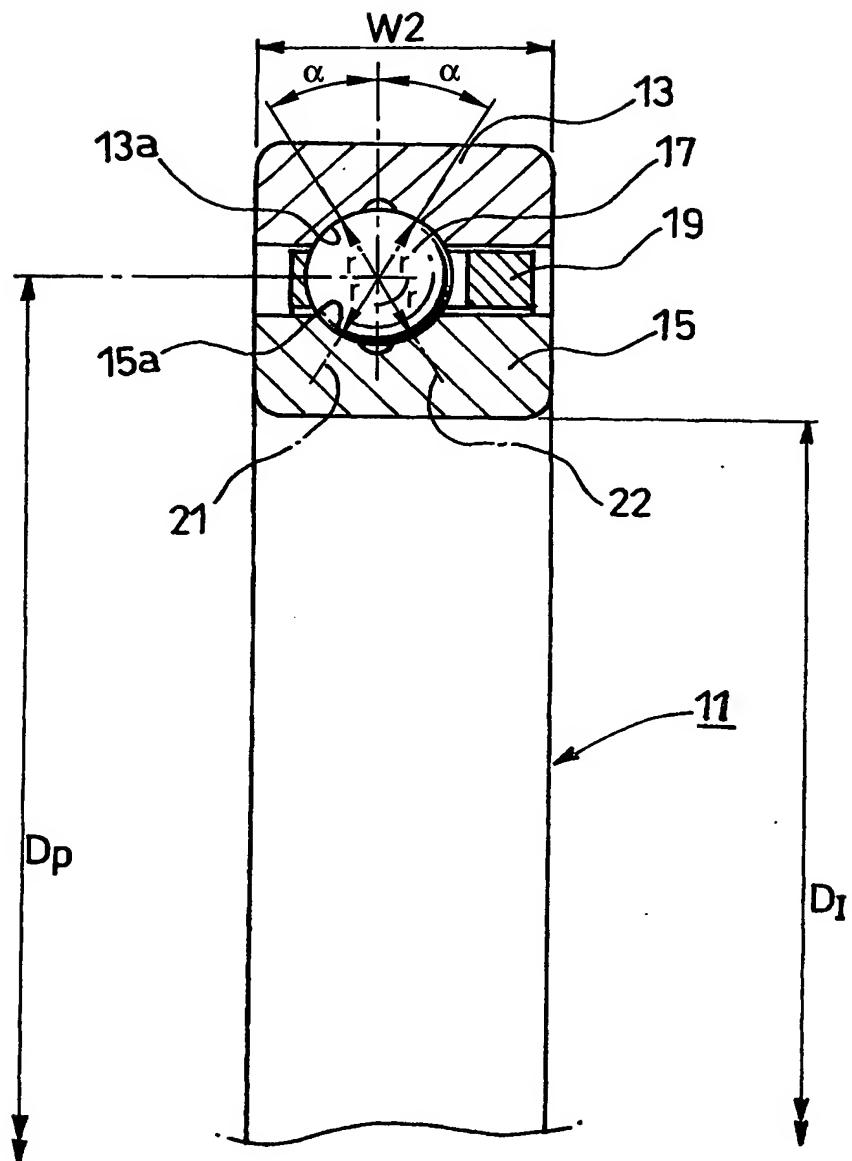


図 2

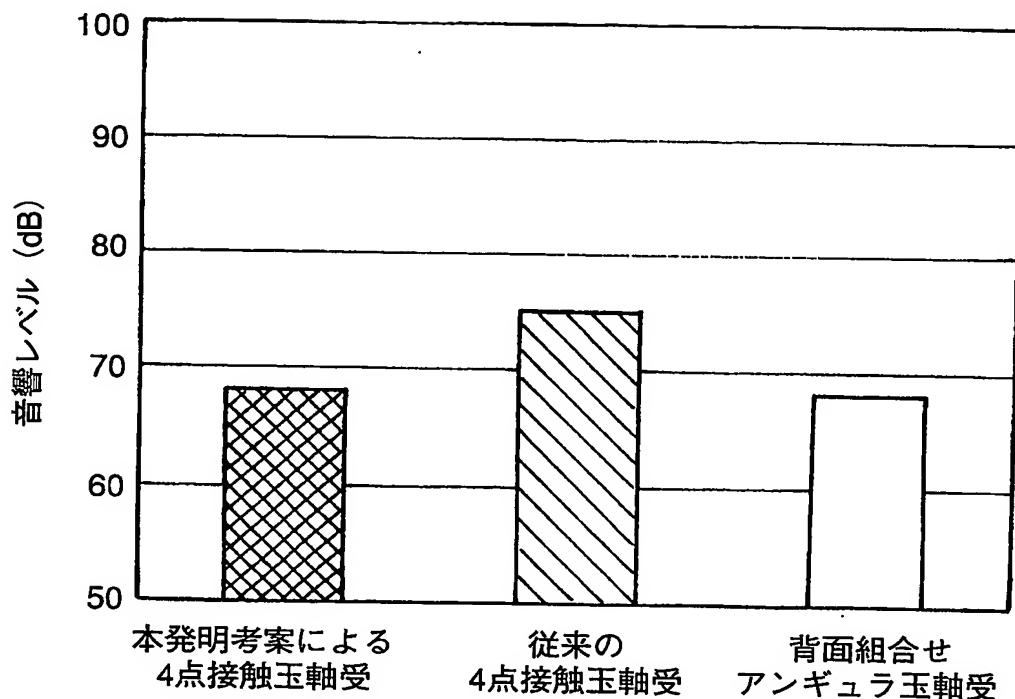


図 3

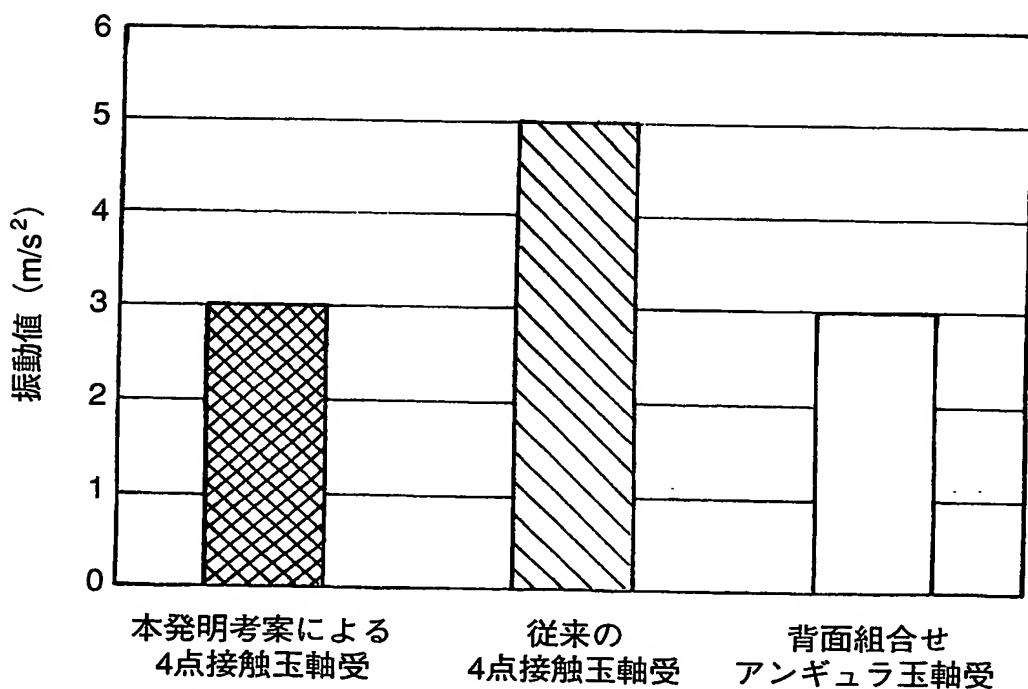


図 4

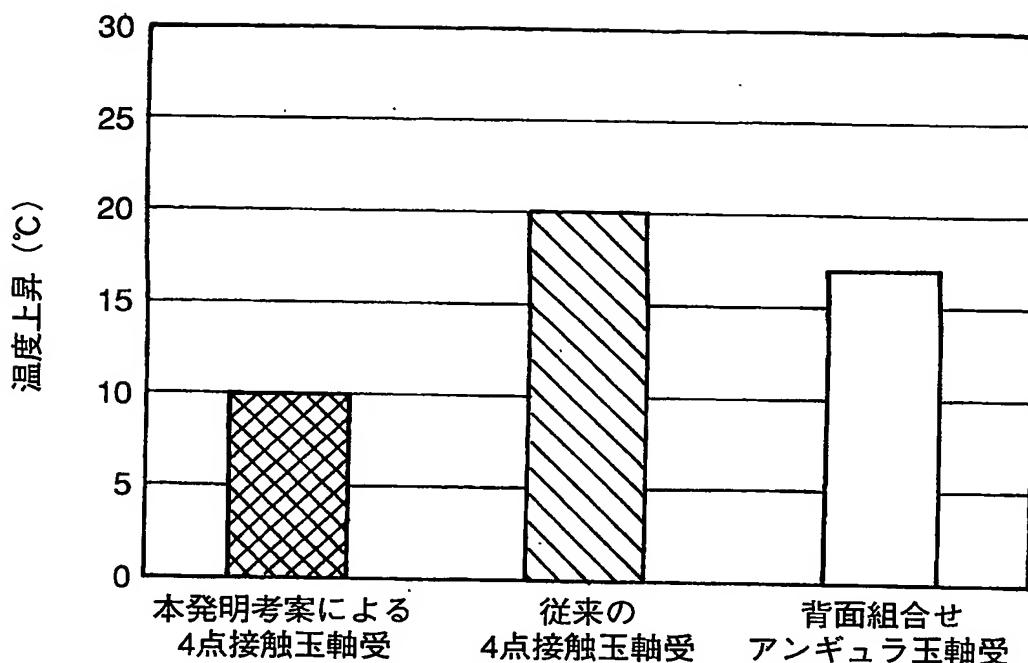


図 5

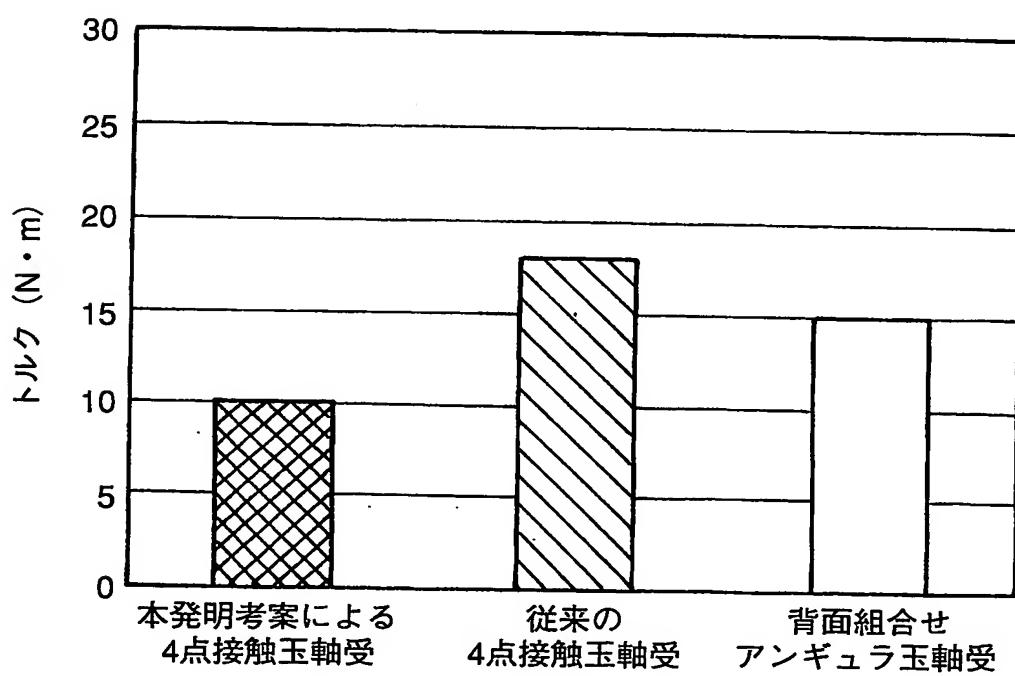


図 6

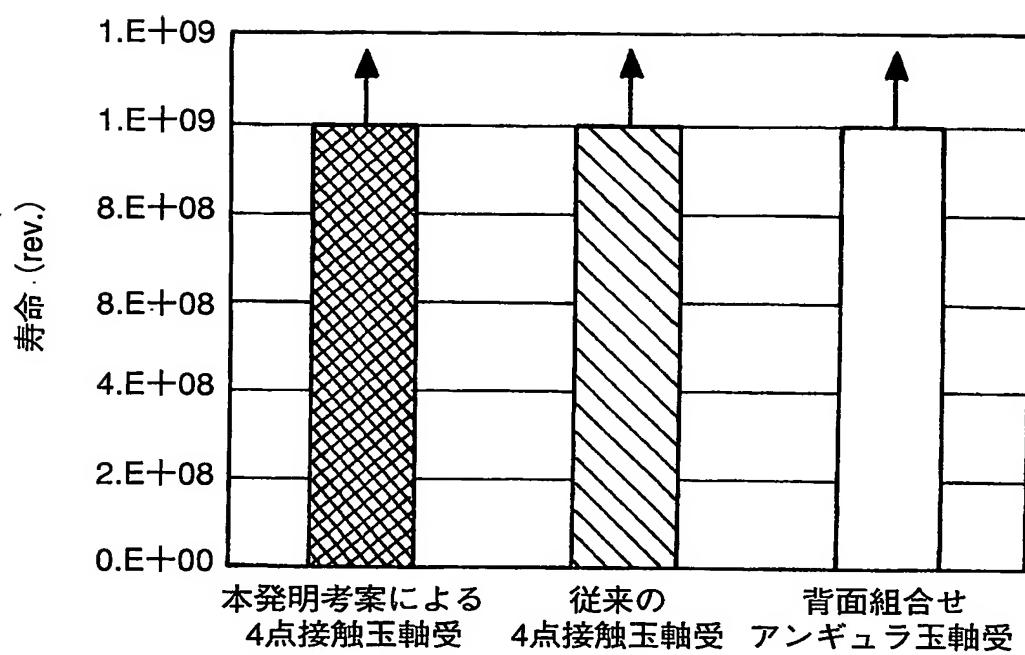


図 7

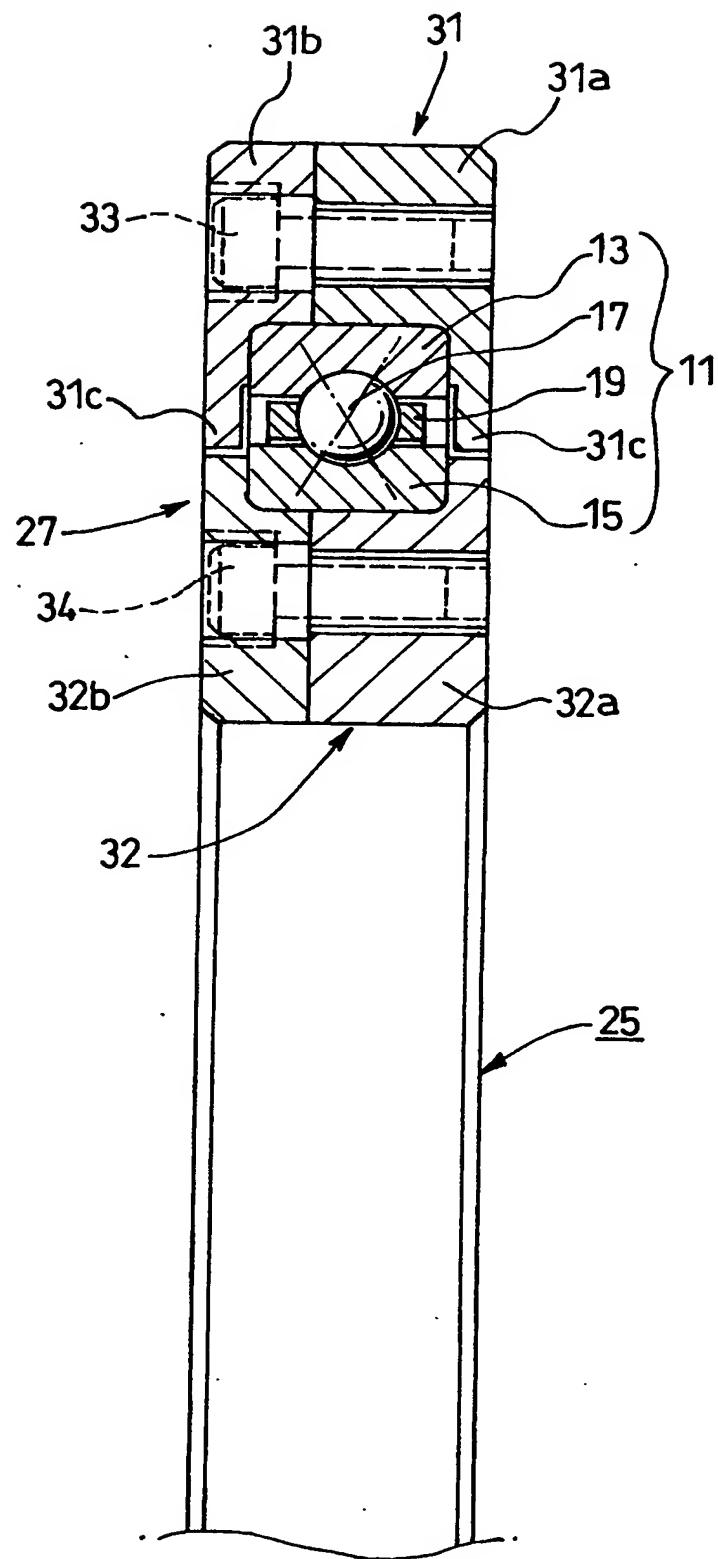


図 8

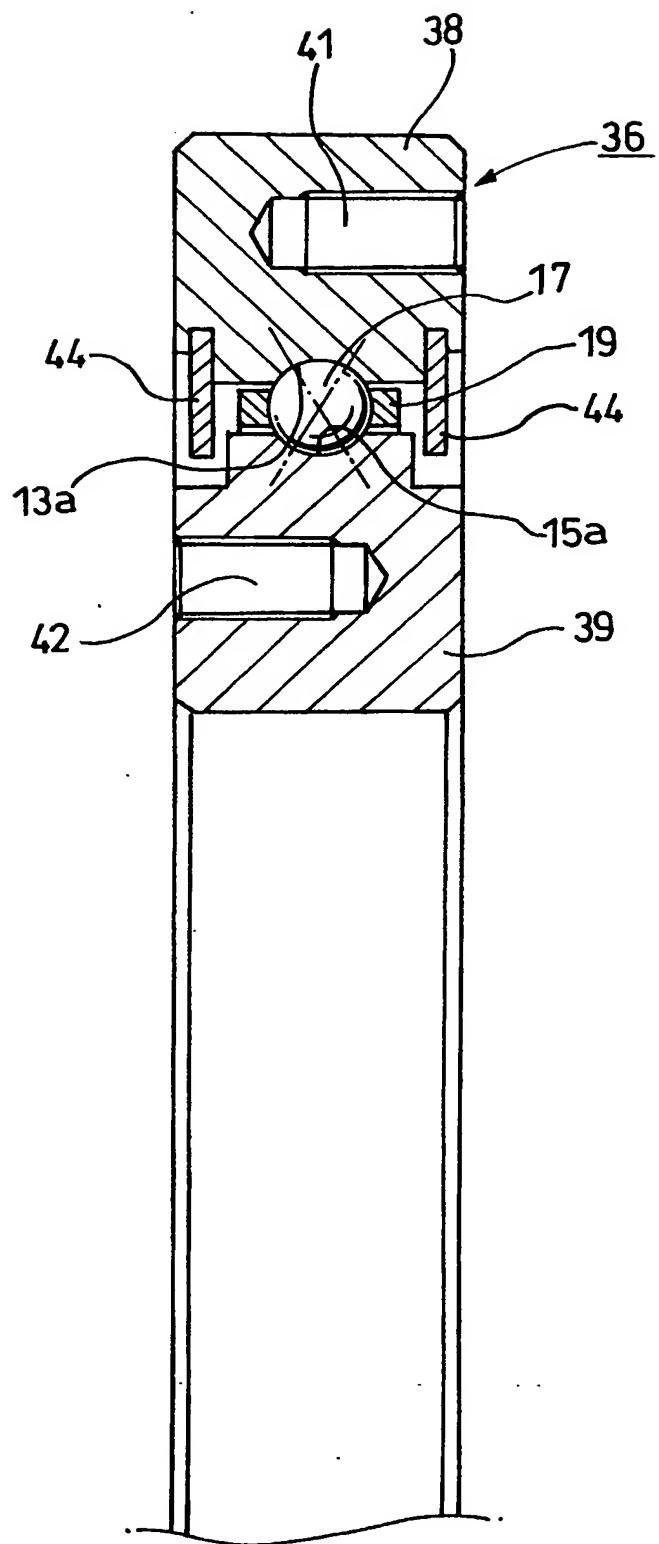


図 9

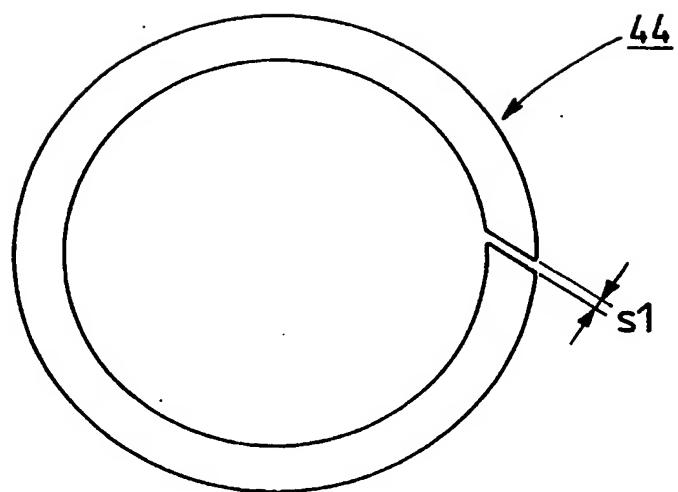


図 10

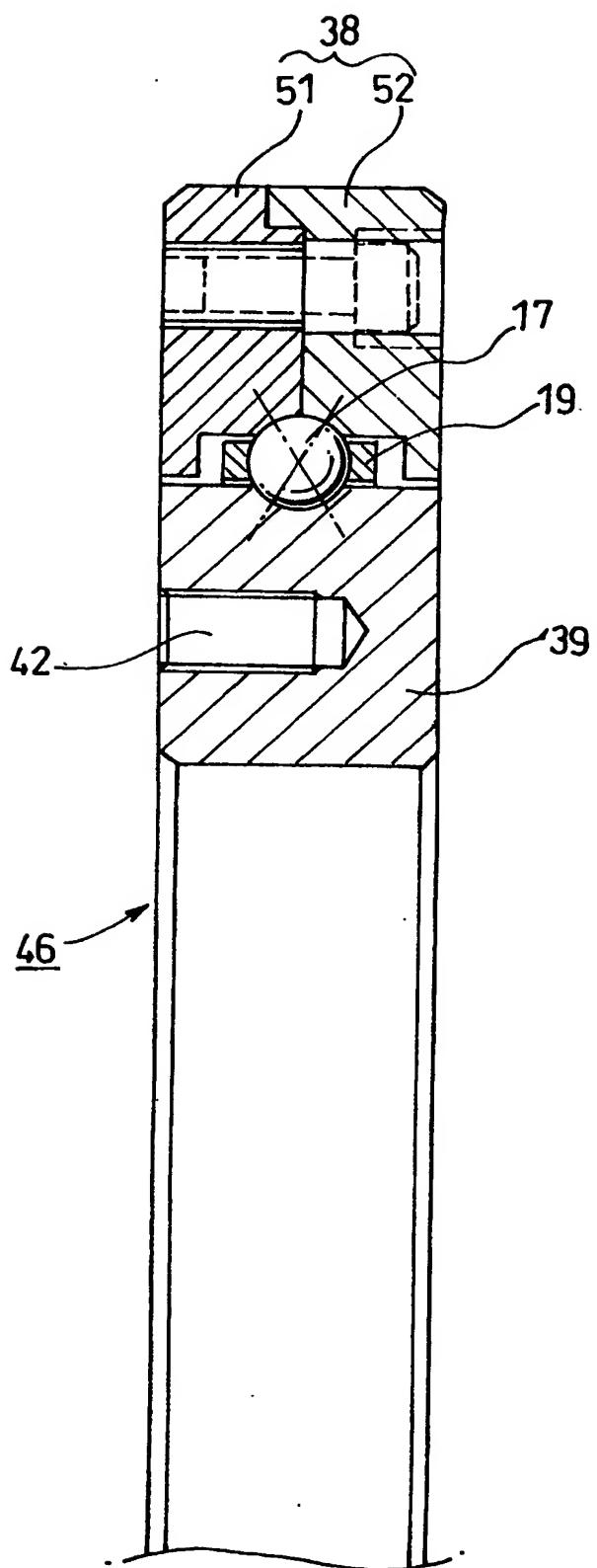


図 11.

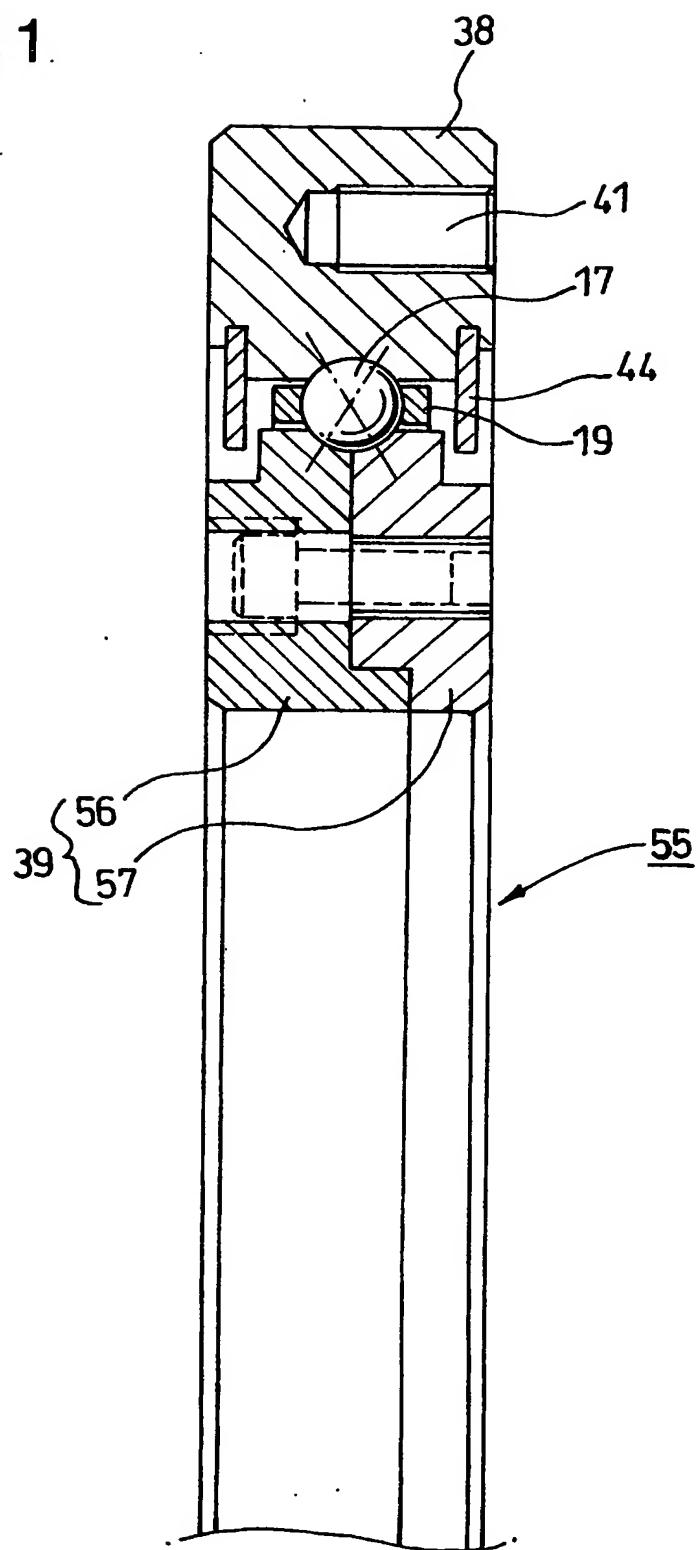


図 12

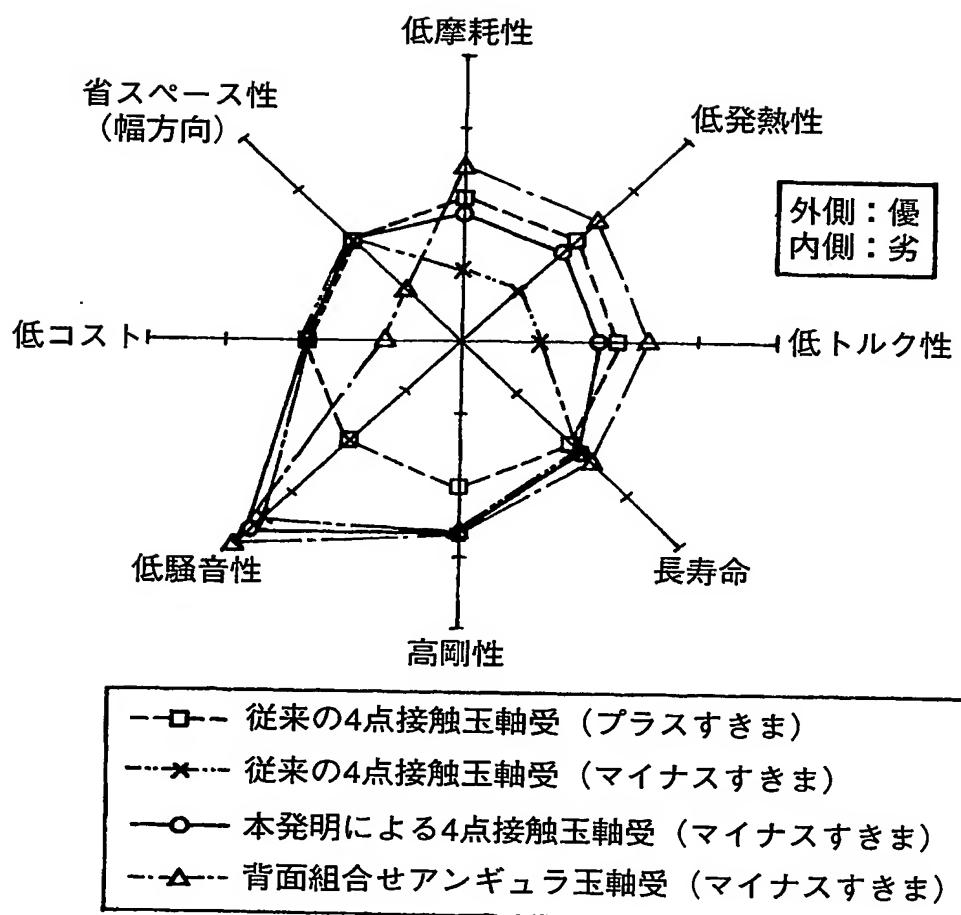


図 13

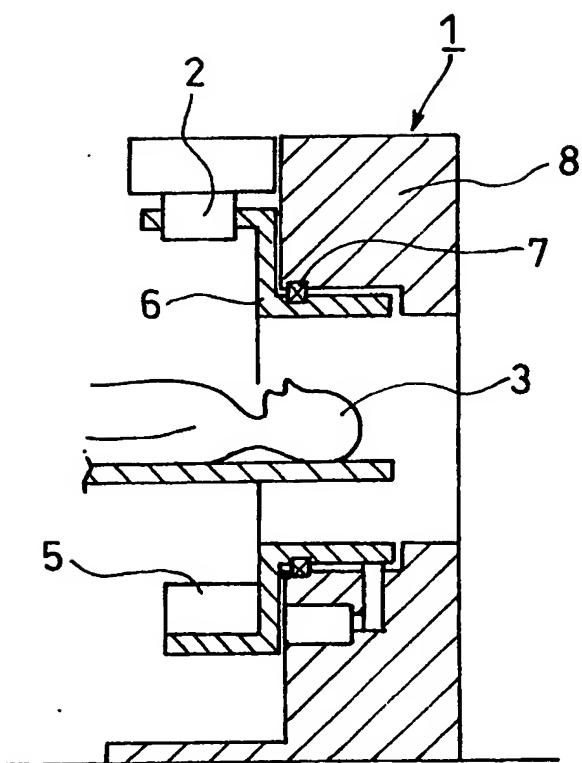
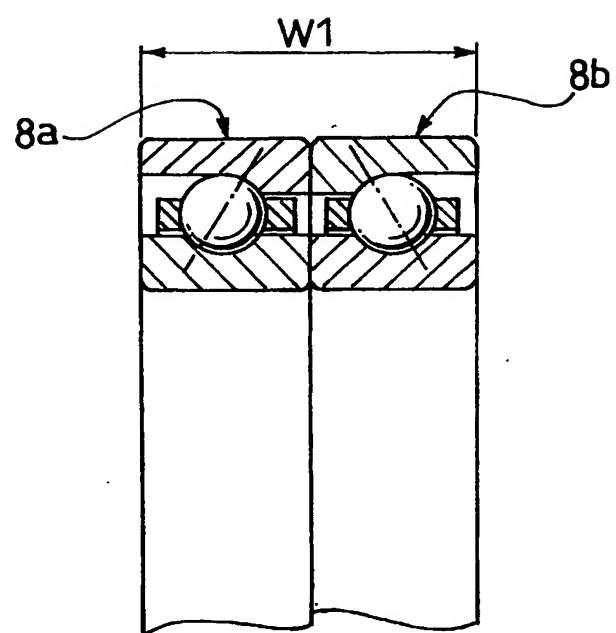


図 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15544

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl' F16C19/06, 33/58, 33/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl' F16C19/06, 33/58-33/64, 33/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-81442 A (NTN Corp.), 22 March, 2002 (22.03.02), & US 2002/0037123 A1	1-4
Y	JP 2001-304273 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 31 October, 2001 (31.10.01), Claim 1 (Family: none)	1-4
Y	JP 2000-249149 A (NSK LTD.), 12 September, 2000 (12.09.00), Claim 1 (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
10 March, 2004 (10.03.04)

Date of mailing of the international search report
30 March, 2004 (30.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/15544

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-242935 A (NSK LTD.), 28 August, 2002 (28.08.02), Par. Nos. [0016] to [0022] (Family: none)	2-3
Y	JP 2002-339976 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 27 November, 2002 (27.11.02), Claims (Family: none)	3
Y	US 2002/0061150 A1 (NSK LTD.), 23 May, 2002 (23.05.02), & JP 2002-155948 A & DE 10147926 A1	3
Y	JP 2002-174247 A (NSK LTD.), 21 June, 2002 (21.06.02), Claim 2 (Family: none)	3
Y	JP 2000-154825 A (Koyo Seiko Co., Ltd. et al.), 06 June, 2000 (06.06.00), Par. No. [0006] (Family: none)	4
Y	JP 11-62975 A (NSK LTD.), 05 March, 1999 (05.03.99), (Family: none)	4
A	JP 11-336795 A (Nachi-Fujikoshi Corp.), 07 December, 1999 (07.12.99), (Family: none)	1-4
A	JP 8-200358 A (NSK LTD.), 06 August, 1996 (06.08.96), (Family: none)	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15544

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claim 1 relates to a four-point contact bearing under a preload.
Claims 2 to 4 relate to balls in a general four-point contact bearing.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1.7 F16C19/06, 33/58, 33/32

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1.7 F16C19/06, 33/58-33/64, 33/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-81442 A (エヌティエヌ株式会社) 2002.03.22 & US 2002/0037123 A1	1-4
Y	JP 2001-304273 A (光洋精工株式会社) 2001.10.31, 【請求項1】 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2000-249149 A (日本精工株式会社) 2000.09.12, 【請求項1】 (ファミリーなし)	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.03.2004

国際調査報告の発送日

30.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

藤村 泰智

3J

9247

電話番号 03-3581-1101 内線 3326

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2002-242935 A (日本精工株式会社) 2002. 08. 28, 【0016】-【0022】(ファミリーなし)	2-3
Y	JP 2002-339976 A (光洋精工株式会社) 2002. 11. 27, 【特許請求の範囲】(ファミリーなし)	3
Y	US 2002/0061150 A1 (NSK LTD.) 2002. 05. 23 & JP 2002-155948 A & DE 10147926 A1	3
Y	JP 2002-174247 A (日本精工株式会社) 2002. 06. 21, 【請求項2】(ファミリーなし)	3
Y	JP 2000-154825 A (光洋精工株式会社 外1名) 2000. 06. 06, 【0006】(ファミリーなし)	4
Y	JP 11-62975 A (日本精工株式会社) 1999. 03. 05 (ファミリーなし)	4
A	JP 11-336795 A (株式会社不二越) 1999. 12. 07 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 8-200358 A (日本精工株式会社) 1996. 08. 06 (ファミリーなし)	1-4

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1は、予圧状態下の4点接触玉軸受に関するものである。
請求の範囲2-4は、一般的な4点接触玉軸受における玉に関するものである。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。